

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 658.567.1: 66.092 – 977

М.Н. Гамрекели
(M.N. Gamrekely)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)
П.С. Пургина
(P.S. Purgina)
УрФУ, Екатеринбург
(UFU – UPI, Ekaterinburg)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ (ENERGY POTENTIAL OF WOOD THERMAL UTILIZATION PROCESSES)

Установлено, что при температуре пиролиза древесины 900 °С пиролизный газ обладает самым высоким энергетическим потенциалом, который существенно выше теплотворной способности природного газа и многократно превышает теплоту простого сжигания древесины.

It is established that at the wood pyrolysis temperature of 900 °C pyrolysis gas has the highest energy potential, which significantly exceeds a heating value of natural gas and repeatedly exceeds warmth of simple wood combustion.

В статье рассмотрены процессы термической утилизации древесины с точки зрения максимального извлечения тепловой энергии из древесного вещества.

1. Способы термической утилизации древесины

Простое сжигание древесины. Средняя теплотворная способность при обычном сжигании дров, например из березы, составляет 9,62 мДж/кг; в зависимости от породы максимальная температура горения древесины – 624–1044 °С.

Газификация – достаточно длительный процесс термического разложения при недостатке кислорода в условиях умеренных температур (около 400 °С), при котором для проведения процесса нужны дополнительные источники тепла; газогенераторные установки недостаточно эффективны и требуют дополнительного топлива.

Пиролиз древесины (термическое разложение без доступа воздуха):
– среднетемпературный пиролиз (термическое разложение без доступа воздуха при температуре 500-700 °С);

– высокотемпературный пиролиз при температуре 700–900 °С, при котором, особенно при пиролизе с использованием водяного пара, процесс сдвигается в сторону образования обладающих высокой теплотворной способностью окиси углерода и водорода.

Последовательность пиролизного процесса: 100–150 °С – нагрев и полное испарение всей свободной и связанной влаги; 150–275 °С – начальный пиролиз с потреблением теплоты; 275–450 °С – главные реакции распада веществ древесины, причём с бурным выделением тепла (с саморазогревом древесины); 450–550 °С – стадия пиролиза, требующая подвода теплоты и заканчивающаяся образованием древесного угля, сохраняющего анатомическое строение древесины.

Анализ пиролиза древесины. Номинальный состав пиролизного газа (при среднетемпературном пиролизе):

CH_4 – 33...45 %, $\text{C}_n \text{H}_m$ – 19...29 %, H_2 – 12...28 %, CO – 11...18 %, CO_2 – 1,5...2,5 %.

При изменении условий пиролиза (температуры, содержания кислорода, водяных паров в объеме древесного материала) соотношение между компонентами пиролизного газа изменяется. Средний выход пиролизного газа из 1 кг древесного сырья – около 1,2 м³. Удельный вес пиролизного газа при нормальных условиях – 0,65...0,85 кг/м³. Максимальная температура пламени при сжигании пиролизного газа составляет 2300 °С.

Результаты опытов, приведенных в работе Ю. Г. Соколовской и П.Л. Фалюшина [1], могут быть применены при расчете установки для термической утилизации древесных материалов. В процессе исследования пиролиза древесины с температурой процесса в активной зоне пиролиза 850 °С они получили пиролизный газ с выходом 700 м³ с теплотой сгорания 15712,5 кДж/м³, а также 20 % высокоуглеродистого остатка и 5 % жидкой фазы на одну тонну древесины. Было установлено, что в области пиролиза от 200 до 500 °С происходит выделение тепла в древесной массе в количестве 1173,2 кДж/кг. Таким образом, пиролизный газ образуется из 750 кг древесины. С учетом этих данных, а также теплотворной способности углерода 34,1 мДж/кг общая теплотворная способность продуктов пиролиза составила 18,909 мДж/кг, в том числе пиролизного газа 12,27 мДж/кг.

Рассмотрим теплотворную способность пиролизного газа при температуре 900 °С, поскольку при этой температуре достигнут предельно максимальный выход теплотворных газов и дальнейшее повышение температуры пиролиза неоправданно. Расчеты теплотворной способности пиролизного газа в соответствии с их составом [2] были выполнены с учетом, что суммарный массовый выход этих газов составляет 80 %, а остаточный углерод занимает 20 % от начальной массы древесины.

Каждый компонент в составе пиролизного газа имеет свою пропорционально уменьшенную массовую долю в расчете на 1 кг исходной древесины: водорода 80,7 % от 0,8 кг = 0,6456 кг; оксида углерода 9,6 % от 0,8 кг = 0,0768 кг; углерода 20 % от 1 кг, что составляет 0,2 кг.

С учетом теплотворной способности водорода 119,83 мДж/кг, оксида углерода 33,3 мДж/кг и углерода 34,1 мДж/кг получим общую теплотворную способность смеси пиролизных газов и высокоуглеродистого остатка:

$$Q = 119,83 \cdot 0,6456 + 33,3 \cdot 0,0768 + 34,1 \cdot 0,2 = 77,362 + 2,557 + 6,82 = 86,739 \text{ мДж /кг.}$$

Теплотворная способность только пиролизного газа в составе смеси продуктов пиролиза равна 79,919 мДж/кг.

Для сравнения приведем показатели природного газа: содержание $\text{CH}_4 = 94 \dots 98 \%$. Низшая теплотворная способность – 39,8 мДж/кг. Максимальная температура пламени – 1850 °С.

На основании собственных расчетов и данных о составе и теплотворной способности пиролизного газа древесины в интервале температур пиролиза от 400 до 700 °С [3] установлена тенденция к заметному росту теплотворной способности пиролизного газа.

Причем, по мере роста температуры пиролиза превышение становится все более существенным за счет большего выхода водорода. Так, при температуре пиролиза 500 °С – она выше теплотворной способности простого сжигания древесины в 1,71, при 600 °С – в 1,77, при 700 °С – в 2,05, при 850 °С – в 2,28 раза.

При температуре пиролиза 900 °С теплотворная способность максимальная, она превышает теплоту простого сжигания древесины в 8,3 раза.

При этом теплотворная способность пиролизного газа из древесины при температуре пиролиза 900 °С значительно превышает теплотворную способность природного газа.

Нужно отметить, что при организации пиролиза требуются затраты тепла на подсушку древесины и нагрев её до температуры пиролиза, а также на компенсацию тепловых потерь, которые могут быть обеспечены теплотворной способностью пиролизного газа. Однако и в этом случае тепловая энергия пиролизных газов при правильной организации процесса пиролиза будет значительно превышать теплоту простого сжигания древесины и теплотворную способность природного газа.

Библиографический список

1. Соколовская Ю.Г., Фалюшин П.Л. Пиролиз отходов мебельного производства / // Природопользование: сб. науч. тр. Ин-т природопользования НАН Беларуси. Минск: Минскпроект, 2011. С. 143–146.

2. Козлов В.Н., Нимвицкий А.А. Технология пирогазетической переработки древесины. М.;Л.: Гослесбумиздат, 1954. 619 с.

3. Левин Э.Д. Теоретические основы производства древесного угля. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 152 с.

УДК 621.791.725:669.14

А.Н. Грезев (A.N. Grezev)

ИПЛИТ, Шатура

(IPLIT, Shatura)

С.М. Шанчуров (S.M. Shanchurov)

УГЛТУ, Екатеринбург

(USFEU, Ekaterinburg)

**О ПРИМЕНЕНИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**
(ABOUT USE OF HIGHLY EFFECTIVE LASER TECHNOLOGIES IN
THE OIL AND GAS INDUSTRY)

Рассмотрены разработка и применение лазерных технологий в нефтегазовой отрасли.

Development and use of laser technologies in the oil and gas industry are considered.

Одной из актуальных проблем современного машиностроения и производства металлоконструкций является разработка эффективных технологий изготовления крупногабаритных металлических конструкций с заданными точностными и прочностными характеристиками. Основной технологией, которую применяют в настоящее время при изготовлении труб для газонефтепроводов, является автоматическая дуговая сварка под слоем флюса, которая обеспечивает высокое качество и прочность сварных соединений. Однако данная технология имеет ряд недостатков. С появлением мощных технологических лазеров авторами совместно с рядом исследовательских организаций и трубными заводами проведены исследования по разработке технологии лазерной сварки труб.

Лазерная сварка позволила обеспечить свойства труб по всем показателям на уровне основного металла и увеличить производительность сварки в три раза. Исследования лазерной сварки сталей аустенитного класса показали возможность увеличения производительности в 10–15 раз.

Одновременно проводились исследования лазерной сварки сталей, применяемых в производстве газонефтепроводных труб. Лазерные сварные соединения на всех исследуемых сталях показали равнопрочность с